

(12) NACH DEM VERTRAG FÜR DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. April 2004 (29.04.2004)

PCT

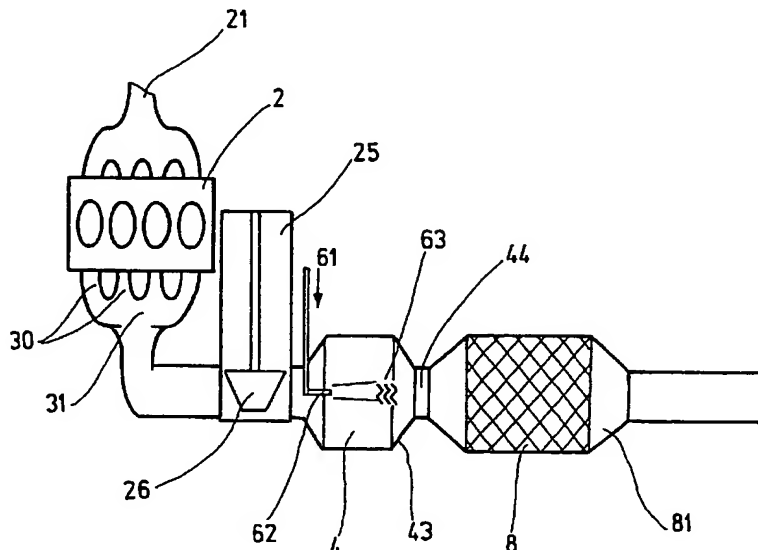
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/036005 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F01N 3/20, B01D 53/94
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003196
- (22) Internationales Anmeldedatum:
25. September 2003 (25.09.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 47 989.5 15. Oktober 2002 (15.10.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAYER, Thorsten
[DE/DE]; Hausmuehlstr. 20, 67551 Worms (DE).
DUETSCH, Heinrich [DE/DE]; Dro-Huellshoff-Weg 2,
71735 Eberdingen (DE). WALZ, Christian [DE/DE];
Hoffmannstr. 98, 71229 Leonberg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Veröffentlicht:
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: EXHAUST GAS CLEANING SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR CLEAN-
ING EXHAUST GASES

(54) Bezeichnung: ABGASREINIGUNGSANLAGE EINER BRENNKRAFTMASCHINE UND VERFAHREN ZUR
REINIGUNG DEREN ABGASE



(57) Abstract: The invention relates to an exhaust gas cleaning system for cleaning the exhaust gases of an internal combustion engine, more particularly a self-ignition internal combustion engine and/or a fuel direct-injection internal combustion engine, comprising at least one oxidation catalytic converter arranged in an exhaust gas duct of the internal combustion engine and at least one device connected downstream thereof for selective catalytic reduction of the exhaust gases. A feeding device (6) which is integrated into the at least one oxidation catalytic converter (4) is provided for supplying a reducing agent (61) into the flow of exhaust gases (32) of the internal combustion engine (2). The invention also relates to a corresponding method for cleaning the exhaust gases of an internal combustion engine (2).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Abgasreinigungsanlage zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Brennkraftmaschine mit Selbstzündung und/oder mit Kraftstoffdirekteinspritzung, mit wenigstens einem in einem Abgaskanal der Brennkraftmaschine angeordneten Oxidationskatalysator und mit wenigstens einer hinter diesem angeordneten Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion der Abgase. Es ist eine in den wenigstens einen Oxidationskatalysator (4) integrierte Zuführeinrichtung (6) zur Zuführung eines Reduktionsmittels (61) in den Abgasstrom (32) der Brennkraftmaschine (2) vorgesehen. Die Erfindung betrifft weiterhin ein entsprechendes Verfahren zur Reinigung der Abgase einer Brennkraftmaschine (2).

Abgasreinigungsanlage einer Brennkraftmaschine und
Verfahren zur Reinigung deren Abgase

- 10 Die Erfindung betrifft eine Abgasreinigungsanlage
einer Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung zur
selektiven katalytischen Reduktion. Die Erfindung
betrifft ferner ein Verfahren zur Reinigung von Ab-
gasen einer Brennkraftmaschine, bei dem ein Abgas-
15 strom durch eine Vorrichtung zur selektiven kataly-
tischen Reduktion geleitet wird.

Stand der Technik

- 20 Zur Minderung der Stickoxidanteile in sauerstoff-
reichem Abgas, wie es insbesondere von Dieselmotoren
und von Brennkraftmaschinen mit Ben-
zin-Direkteinspritzung emittiert wird, ist es be-
kannt, ein Reduktionsmittel in einen Abgastrakt
25 einzuführen. Als Reduktionsmittel eignet sich bspw.
 NH_3 , das als Gas in den Abgasstrom eingebracht wer-
den kann. Bei dieser sog. selektiven katalytischen
Reduktion (SCR, „selective catalytic reduction“)
wird das Ammoniak mit den im Abgas enthaltenen
30 Stickoxiden selektiv zu molekularem Stickstoff und
Wasser umgesetzt. Wegen seiner Toxizität eignet
sich reines Ammoniakgas allerdings nicht für den
Einsatz im Kraftfahrzeug. Ein bekanntes Verfahren

sieht die Verwendung von wässriger Harnstofflösung als Reduktionsmittel vor. Hierbei wird erst durch Thermolyse und anschließende katalysierte Hydrolyse des Harnstoffs das eigentliche Reduktionsmittel Ammoniak freigesetzt.

Die bekannten SCR-Systeme weisen bei Abgastemperaturen unterhalb ca. 250 °C eine ungenügende Aktivität auf. Eine Vorschaltung eines Oxidationskatalysators sorgt einerseits für eine Minderung der Anteile an deaktivierend wirkenden Kohlenwasserstoffen und andererseits für eine Oxidation von NO zu NO₂, was insgesamt zu einer deutlichen Steigerung des NO_x-Umsatzes bei Abgastemperaturen oberhalb von ca. 200 °C führt. Unterhalb von ca. 180 °C bietet das System aufgrund der relativ langen Zersetzungsdauer von Harnstoff zu NH₃ eine nur ungenügende Aktivität. Insbesondere beim Einsatz in PKW treten allerdings Phasen mit derart niedrigen Abgastemperaturen relativ häufig auf, was eine mittlere Katalysatortemperatur von weniger als 180 °C im sog. MVEG-Testzyklus verdeutlicht.

Um eine gute Verteilung des Reduktionsmittels im SCR-Katalysator zu gewährleisten, kann eine Mischstrecke von ca. 40 cm vorgesehen sein, die ggf. mit einer Mischeinrichtung versehen ist. Eine derartige Mischeinrichtung für eine Abgasreinigungsanlage ist in der älteren deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 101 31 803.0 beschrieben. Hierbei weist ein im Abgasrohr angeordneter Mischkörper eine Gasaufprallfläche sowie eine Strahlaufprallfläche auf, so dass aus der Brennkraftmaschine strömendes Abgas auf die Gasaufprallfläche und quer zum

Abgasstrom zuführbares Reduktionsmittel auf die Strahlaufprallfläche treffen kann.

Vorteile der Erfindung

5

Bei einer Abgasreinigungsanlage zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine ist wenigstens ein in einem Abgaskanal der Brennkraftmaschine angeordneter Oxidationskatalysator sowie wenigstens eine
10 hinter diesem angeordnete Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR-Katalysator) vorgesehen. Erfindungsgemäß ist eine in dem wenigstens einen Oxidationskatalysator integrierte Zuführeinrichtung zur Zuführung eines Reduktionsmittels in
15 den Abgasstrom der Brennkraftmaschine vorgesehen. Mit der erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage können insbesondere relativ sauerstoffreiche Abgase von Dieselmotoren bzw. von Benzinmotoren mit Kraftstoffdirekteinspritzung wirksam von Stickoxiden
20 (NO_x) gereinigt werden. Mit Hilfe der Erfindung ist es möglich, die Baulänge des Abgasreinigungssystems deutlich zu verringern, wobei gleichzeitig eine gute Umsetzung des Reduktionsmittels im Abgasstrom gewährleistet ist. Die für eine gute Verteilung des
25 Reduktionsmittels auf dem SCR-Katalysator üblicherweise notwendige Mischstrecke von ca. 40 cm kann deutlich reduziert werden, ohne dass ein unerwünschter Druckabfall im System auftritt. Der SCR-Katalysator muss aufgrund des Entfalls der üblicherweise notwendigen langen Mischstrecke nicht unbedingt im Unterbodenbereich des Fahrzeugs eingebaut werden, sondern kann ggf. näher zum Abgasauslass der Brennkraftmaschine gerückt werden. Auf
30 diese Weise ergibt sich ein günstigerer Temperatur-

verlauf in der Abgasreinigungsanlage, der sich vorteilhaft auf die Reinigungswirkung auswirkt.

5 Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Zuführeinrichtung eine Düse zur Zerstäubung des Reduktionsmittels aufweist. Die Eindüsung des Reduktionsmittels erfolgt vorzugsweise direkt in den Oxidationskatalysator. Zu diesem Zweck ist eine Aussparung bzw. Ausbohrung des Oxidationskatalysators
10 notwendig, da das Reduktionsmittel möglichst nicht mit dem Oxidationskatalysator in Kontakt kommen sollte, da ansonsten eine unerwünschte Oxidation zu molekularem Stickstoff, Stickstoffdioxid oder Stickstoffmonoxid stattfinden kann.

15 Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht eine der Zuführeinrichtung nachgeordnete Mischvorrichtung zur besseren Verteilung des Reduktionsmittels im Abgasstrom vor. Auf diese Weise kann eine noch bessere
20 Durchmischung des Reduktionsmittels mit dem Abgasstrom und damit eine noch bessere Reinigungswirkung des Abgases im nachfolgenden SCR-Katalysator erreicht werden.

25 Der Austritt der Düse kann wahlweise ungefähr mittig oder außermittig im Oxidationskatalysator angeordnet sein. Eine außermittige Eindüsung kann beispielsweise mit einem seitlichen Drall erfolgen, so dass trotzdem eine gute Durchmischung mit dem Abgasstrom gewährleistet ist. Falls die Verwendung
30 von motornahen Katalysatoren nicht möglich ist bzw. die Verminderung der HC- und CO-Emissionen nicht ausreicht, kann der Oxidationskatalysator wahlweise nicht über seine gesamte Länge, sondern nur strom-

abwärts der Eindüsstelle ausgespart sein. Somit werden auch ohne motornahen Oxidationskatalysator die Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxide in ausreichendem Maße oxidiert. Zusätzlich profitiert die thermische Reduktionsmittelaufbereitung von der Exothermie am Oxidationskatalysator, welche durch die Oxidation der Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxide auftritt.

- 5
10 Eine erfindungsgemäße Ausgestaltung sieht vor, dass der wenigstens eine Oxidationskatalysator mit der darin integrierten Zuführeinrichtung für das Reduktionsmittel ein erstes Gehäuse und dass die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion ein
15 daran anschließendes zweites Gehäuse aufweist. Zwischen beiden Gehäusen ist vorzugsweise ein Verbindungsrohr vorgesehen, das eine unterschiedliche Länge je nach baulichen Randbedingungen im Fahrzeug aufweisen kann. Vorzugsweise ist das Verbindungs-
20 rohr jedoch möglichst kurz ausgeführt, um eine Abkühlung des Abgasstroms vor Erreichen der Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion möglichst zu verhindern. Die Reinigungswirkung des SCR-Katalysators erreicht erst bei Temperaturen von
25 ca. 300 °C befriedigende Größenordnungen.

- Eine alternative Ausgestaltung sieht vor, dass der wenigstens eine Oxidationskatalysator und die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion ein
30 gemeinsames Gehäuse aufweisen. Dadurch wird gewährleistet, dass der mit Reduktionsmittel beaufschlagte Abgasstrom eine ideale Temperatur zur Umsetzung und NO_x-Reduktion im SCR-Katalysator aufweist. Die bauliche Einheit der beiden Komponenten sorgt ins-

gesamt für eine kompakte Bauweise und eine günstige Abgasreinigungswirkung.

- Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass stromaufwärts des wenigstens einen Oxidationskatalysators im Abgasstrom der Brennkraftmaschine wenigstens ein weiterer Oxidationskatalysator angeordnet ist. Der wenigstens eine Oxidationskatalysator ist vorzugsweise in unmittelbarer Nähe der Brennräume der Brennkraftmaschine angeordnet und kann beispielsweise in jeweils einem weiteren Oxidationskatalysator an jedem Abgasauslass eines jeden Brennraums der Brennkraftmaschine bestehen. Auf diese Weise kann der SCR-Katalysator vor einer Belegung mit Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid weitgehend geschützt werden. Die zusätzlichen motornahen Oxidationskatalysatoren, die auch als Zylinderkopf oder Vorturbolader-Katalysatoren bezeichnet werden können, sorgen für eine weitgehende Umsetzung der im Abgas enthaltenen Kohlenwasserstoffe und des Kohlenmonoxids und verbessern somit deutlich die Reinigungswirkung des SCR-Katalysators.
- Die Vorkatalysatoren können bevorzugt vor einer Abgasturbine eines Abgasturboladers angeordnet sein.

- Als Reduktionsmittel kommen vorzugsweise alle ammoniakhaltigen bzw. ammoniakabspaltenden Substanzen in Frage, beispielsweise HWL, Ammoniumkarbamat, Ammoniakgas, etc.

Ein Verfahren zur Reinigung von Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Brennkraft-

maschine mit Selbstzündung und/oder mit Kraftstoff-
direkteinspritzung, bei dem ein Abgasstrom durch
wenigstens einen im Abgaskanal angeordneten Oxi-
dationskatalysator und wenigstens einer dieser nach-
5 geordneten Vorrichtung zur selektiven katalytischen
Reduktion (SCR-Katalysator) geleitet wird, sieht
erfindungsgemäß vor, dass dem Abgasstrom innerhalb
des wenigstens einen Oxidationskatalysators ein Re-
duktionsmittel zugeführt wird. Durch die Eindüsung
10 des Reduktionsmittels am Anfang der Katalysa-
torstrecke entfällt die bislang benötigte Misch-
strecke. Auch ohne die Mischstrecke wird eine opti-
male Beaufschlagung des nachfolgenden SCR-
Katalysators gewährleistet, da sich das Reduktions-
15 mittel durch das Passieren der beiden Übergangs-
trichter der Abgasanlage ideal mit dem Abgasstrom
vermischt. Somit wird ermöglicht, die Baulänge des
Systems erheblich zu verringern und das Aufheizen
der Katalysatoren zu beschleunigen. Weiterhin wird
20 dadurch ein relativ motornaher Einbau des SCR-
Katalysators ermöglicht, so dass der Katalysator
unter Umständen im Motorraum untergebracht werden
kann und die für die Erreichung einer schnellen Ar-
beitstemperatur ungünstigere Einbaulage im Unterbo-
25 denbereich des Fahrzeugs entfallen kann.

Eine Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass
die Zuführung und/oder Zerstäubung des Reduktions-
mittels mittels einer Düse erfolgt, die ungefähr
30 mittig oder wahlweise außermittig innerhalb des O-
xidationskatalysators angeordnet ist und die für
eine feine Verteilung der Reduktionsmittel im Oxi-
dationskatalysator sorgt. Die Aufbereitung des Re-
duktionsmittels entspricht dabei einer Neben- bzw.

- Teilstromanordnung. Der Sprühkegel der Eindüsung kann wesentlich kleiner gehalten werden als bei bisher bekannten Systemen, was für die in den Katalysatoren ablaufenden Reaktionen von Vorteil ist.
- 5 Die Eindüsesstelle ist wesentlich näher am Motor und das Reduktionsmittel wird dadurch besser für die Hydrolyse auf dem SCR-Katalysator vorkonditioniert. Dies kann insbesondere bei niedrigen Katalysatortemperaturen von entscheidender Bedeutung sein. Zudem wird bei optimaler Auslegung die Baugröße des
- 10 Oxidationskatalysators durch die Aussparung der Dosierstelle etwas geringer, was insbesondere bei Temperaturen um 300°C in Verbindung mit geringen Abgasgeschwindigkeiten die Gefahr des Auftretens zu
- 15 hoher NO₂-Anteile vermindert. Die etwas geringere Baugröße hat dagegen im Kaltstart bzw. bei niedrigen Katalysatortemperaturen (geringe Motorlast) kaum einen negativen Einfluss auf den NO₂-Anteil.
- 20 Die Erfindung wird nachfolgend in bevorzugten Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:
- Figur 1 eine schematische Darstellung einer
- 25 Brennkraftmaschine mit einer Abgasnachbehandlungseinheit in einem Abgaskanal und
- Figuren 2 bis 6 verschiedene Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage.
- 30

Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Brennkraftmaschine 2 mit einem Einlasskanal 21 zur Zufuhr von Frischgas 22 und mit einem Abgaska-

nal 29 mit darin angeordneten Abgasreinigungselementen. Im Einlasskanal 21 ist ein Ladeluftkühler 23 angeordnet, der jedoch nicht zwingend erforderlich ist. Weiterhin ist ein optionales Abgasrückführungssystem 24 zwischen Einlasskanal 21 und Abgaskanal 29 vorgesehen. Schließlich weist die Brennkraftmaschine einen Abgasturbolader 25 auf, der eine Abgasturbine 26 im Abgaskanal aufweist, die über eine Welle 27 mit einem Verdichter 28 im Einlasskanal 21 gekoppelt ist. Ein Auslass jedes Brennraums der Brennkraftmaschine 2 verfügt über einen Auslasskanal 30, die in einem nachfolgenden Sammler 31 auf den gemeinsamen Abgaskanal 29 zusammengeführt werden.

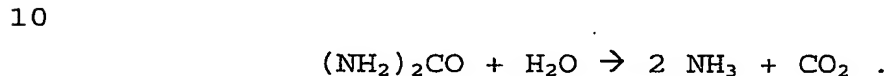
Im Abgaskanal 29 hinter der Abgasturbine 26 ist ein Oxidationskatalysator 4 vorgesehen, dem eine Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion 8 nachgeschaltet ist. Diese Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion wird im Folgenden auch als SCR-Katalysator bezeichnet. Zwischen Oxidationskatalysator 4 und SCR-Katalysator 8 ist ein Verbindungsrohr 44 vorgesehen, das ggf. auch entfallen kann (vgl. Figur 6), so dass Oxidationskatalysator 4 und SCR-Katalysator 8 in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sein können. Ein mit Schadstoffen belasteter Abgasstrom 32 verlässt den SCR-Katalysator als weitgehend gereinigtes Abgas 12, passiert anschließend vorzugsweise einen Schalldämpfer und wird nach diesem ins Freie geleitet.

Die gezeigte Anordnung aus Oxidationskatalysator 4 und SCR-Katalysator 8 wird teilweise auch als VR-System bezeichnet, wobei das „V“ einen Vorkatalysa-

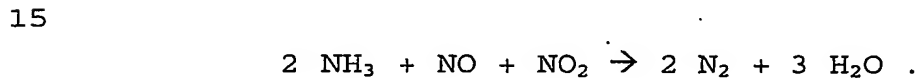
tor und das „R“ den SCR-Katalysator bezeichnet. Im Vor- bzw. Oxidationskatalysator erfolgt die folgende Oxidationsreaktion:



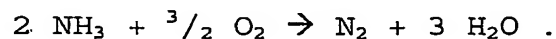
Dem SCR-Katalysator kann ggf. ein Harnstoffzersetzungskatalysator („H“) vorgeschaltet sein, in dem folgende Reaktion abläuft:



Im SCR-Katalysator („R“) selbst erfolgt die folgende selektive katalytische Reduktionsreaktion:



Dem SCR-Katalysator kann optional ein weiterer Oxidationskatalysator („O“) nachgeschaltet sein, in dem folgende Reaktion stattfindet:



Die durch einen Oxidationskatalysator modifizierten Systeme werden üblicherweise als VHRO-Systeme bezeichnet, wodurch die einzelnen Komponenten in ihrer Reihenfolge bezeichnet sind. Der Einsatz des „H“-Katalysators, welcher die Zersetzung des zugefüllten Harnstoffs beschleunigen soll, ist dabei als optional zu betrachten, da diese Aufgabe vom SCR-Katalysator übernommen werden kann. Auch die Verwendung des als NH_3 -Sperrkatalysator fungierenden Oxidationskatalysators („O“) hinter dem SCR-Katalysator ist optional. Im vorliegenden Zusammen-

hang wird die Erfindung anhand des vereinfachten VR-Systems beschrieben, das wahlweise um die erwähnten Komponenten zum VHRO-System ergänzt werden kann.

5

Im Oxidations-Katalysator 4 ist eine Zuführeinrichtung 6 zur Zufuhr von Reduktionsmittel 61 in den Abgasstrom 32 vorgesehen, die nachfolgend anhand der Figuren 2 bis 6 näher erläutert wird.

10

Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage, bei der im Oxidationskatalysator 4 in ungefähr mittiger Position eine Düse 62 angeordnet ist, mittels derer das Reduktionsmittel 61 in den Oxidations-Katalysator 4
15 zerstäubt und auf diese Weise dem Abgasstrom 32 zugeführt wird. Hinter der Düse 62, in deren Sprühkegel oder leicht dahinter, kann eine Mischvorrichtung 63 vorgesehen sein, die jedoch wahlweise auch
20 entfallen kann. Nach Passieren eines Verbindungsrohrs 44 treten die Abgase in den SCR-Katalysator 8 ein, in dem eine Umsetzung der Stickoxide zu molekularem Stickstoff unter Zugabe von NH_3 und Wasser erfolgt.

25

Figur 3 zeigt eine alternative Ausgestaltung der Anordnung der Düse 62, die sich hierbei außermittig im Oxidationskatalysator 4 befindet. Die Mischvorrichtung 63 befindet sich ebenfalls außermittig im
30 Oxidationskatalysator 4, so dass eine gute Durchmischung des Reduktionsmittels 61 im Abgasstrom 32 erfolgen kann.

Figur 4 zeigt eine weitere alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Abgasreinigungsanlage, bei der jeweils in den Auslasskanälen 30 der Brennkraftmaschine 2 einzelne Oxidationskatalysatoren angeordnet sind, die hier als zweite Oxidationskatalysatoren 42 bezeichnet sind. Diese zweiten Oxidationskatalysatoren 42 sind als sogenannte Zylinderkopf- oder Vorturboladerkatalysatoren bekannt und sorgen dafür, dass der SCR-Katalysator 8 weitgehend vor einer Belegung mit Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid geschützt wird. Die Anordnung der Zuführeinrichtung 6 mit der mittig im ersten Oxidationskatalysator 41 angeordneten Düse 62 entspricht weitgehend der Ausführungsform gemäß Figur 2.

Figur 5 zeigt eine entsprechende Anordnung der zweiten Oxidationskatalysatoren 42 in den Auslasskanälen 30 der Brennkraftmaschine 2, wie dies im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 vorgesehen ist. Die außermittige Anordnung der Zuführeinrichtung 6 mit der Düse 62 sowie der optionalen Mischvorrichtung entspricht der Ausführungsform gemäß Figur 3.

In den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 1 bis 5 ist jeweils der erste Oxidationskatalysator 4 bzw. 41 in einem Gehäuse 43 angeordnet, das durch ein Verbindungsrohr 44 von einem Gehäuse 81 des SCR-Katalysators 8 getrennt ist. Die Ausgestaltung der Abgasreinigungsanlage gemäß Figur 6 zeigt ein integriertes Gehäuse 10, in dem entlang des Abgasstroms der erste Oxidationskatalysator 41 und diesem nachgeschaltet der SCR-Katalysator 8 angeordnet ist. Diese Bauweise führt zu einer äußerst kompak-

ten Abgasreinigungsanlage, die zudem eine sehr effektive Abgasreinigung bewirkt, da die Abgase durch das entfallene Verbindungsrohr auf einem hohen Temperaturniveau bleiben. Die zweiten Oxidationskatalysatoren in den Auslasskanälen 30 der Brennkraftmaschine können bei diesem Ausführungsbeispiel mit dem integrierten Gehäuse 10 wahlweise auch entfallen (vgl. Figuren 2 und 3).

Patentansprüche

5

1. Abgasreinigungsanlage zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Brennkraftmaschine mit Selbstzündung und/oder mit Kraftstoffdirekteinspritzung, mit wenigstens einem in
10 einem Abgaskanal der Brennkraftmaschine angeordneten Oxidationskatalysator und mit wenigstens einer hinter diesem angeordneten Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion der Abgase, gekennzeichnet durch eine in den wenigstens einen Oxidationskatalysator (4) integrierte Zuführeinrichtung
15 (6) zur Zuführung eines Reduktionsmittels (61) in den Abgasstrom (32) der Brennkraftmaschine (2).

2. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführeinrichtung (6) eine
20 Düse (62) zur Zerstäubung des Reduktionsmittels (61) aufweist.

3. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine der Zuführeinrichtung (6)
25 nachgeordnete Mischvorrichtung (63) zur Verteilung des Reduktionsmittels (61) im Abgasstrom (32).

4. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Austritt der Düse
30 (62) ungefähr mittig im Oxidationskatalysator (4) angeordnet ist.

5. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Austritt der Düse (62) in einem äußeren Randbereich des Oxidationskatalysators (4) angeordnet ist.

5

6. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Oxidationskatalysator (4) mit der darin integrierten Zuführeinrichtung (6) ein erstes
10 Gehäuse (43) und dass die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion (8) ein daran anschließendes zweites Gehäuse (81) aufweist.

7. Abgasreinigungsanlage nach einem der Ansprüche 1
15 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Oxidationskatalysator (4) und die Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion (8) ein gemeinsames Gehäuse (10) aufweisen.

20 8. Abgasreinigungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts des wenigstens einen Oxidationskatalysators (4) im Abgasstrom (32) der Brennkraftmaschine (2) wenigstens ein weiterer Oxidationskatalysator (41) angeordnet ist.
25

9. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine weitere Oxidationskatalysator (41) in unmittelbarer Nähe
30 der Brennräume der Brennkraftmaschine (2) angeordnet ist.

10. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet durch jeweils wenigstens einen wei-

teren Oxidationskatalysator (41) an jedem Abgasauslass (29) jeden Brennraums der Brennkraftmaschine (2).

5 11. Verfahren zur Reinigung von Abgasen einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Brennkraftmaschine mit Selbstzündung und/oder mit Kraftstoffdirekteinspritzung bei dem ein Abgasstrom durch wenigstens einen im Abgaskanal angeordneten Oxidationskatalysator und wenigstens einer, diesem nachgeordneten Vorrichtung zur selektiven katalytischen Reduktion geleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass dem Abgasstrom (32) innerhalb des wenigstens einen Oxidationskatalysators (4) ein Reduktionsmittel (61) zugeführt wird.

10

15

12. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine Zuführung und/oder Zerstäubung des Reduktionsmittels (61) mittels einer Düse (62).

20

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, gekennzeichnet durch eine Zuführung des Reduktionsmittels (61) ungefähr mittig innerhalb des Oxidationskatalysators (4).

25

14. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, gekennzeichnet durch eine Zuführung des Reduktionsmittels (61) außermittig innerhalb des Oxidationskatalysators (4).

30

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Abgasstrom (32) durch wenigstens einen weiteren Oxidationskatalysator

tor (41) stromaufwärts des ersten Oxidationskatalysators (4) geleitet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
5 dadurch gekennzeichnet, dass der Abgasstrom (32)
durch jeweils wenigstens einen weiteren Oxidations-
katalysator (41) in jedem Abgaskanal (29) unmittel-
bar hinter den Brennräumen der Brennkraftmaschine
10 (2) geleitet wird.

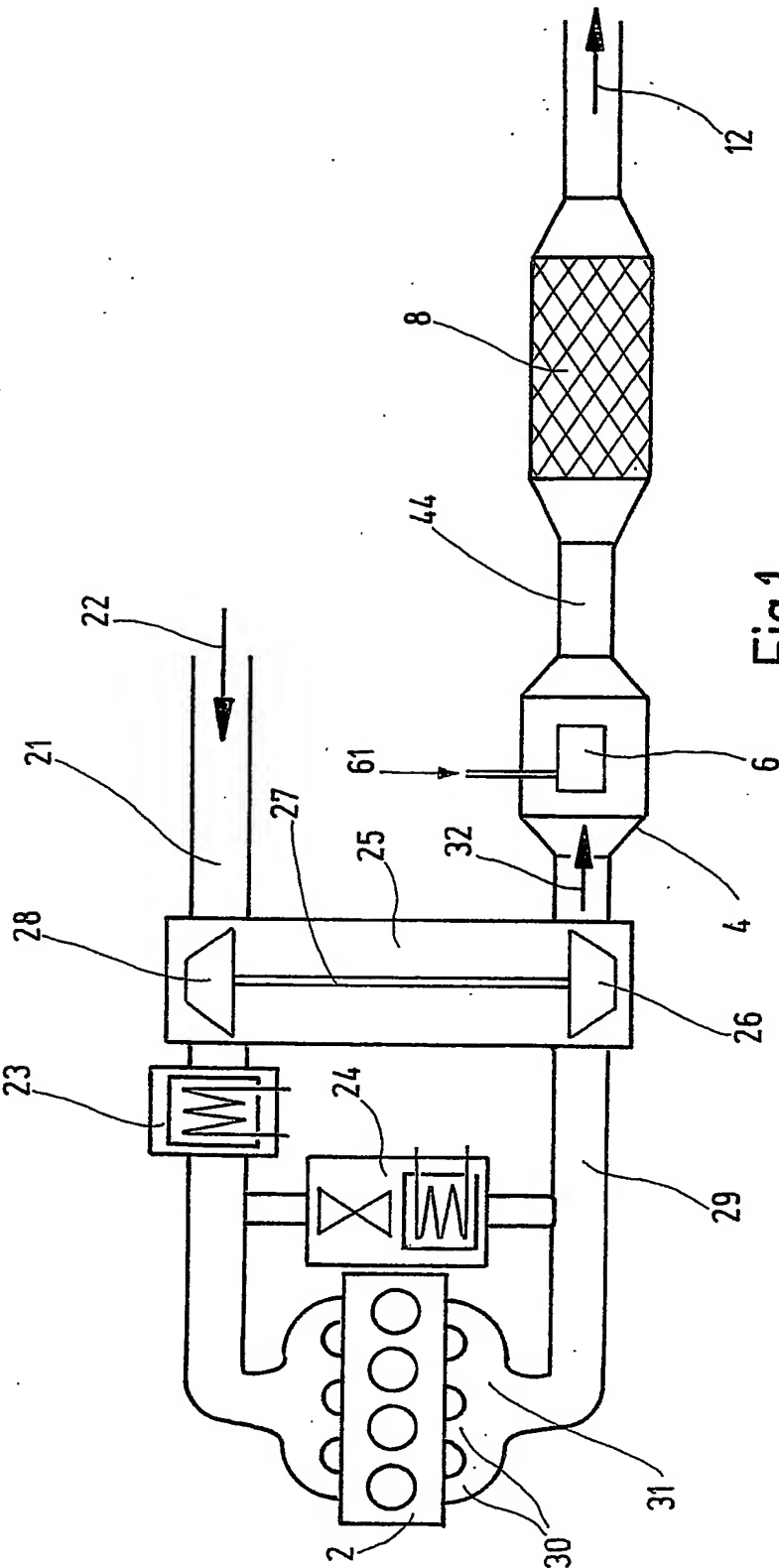


Fig.1

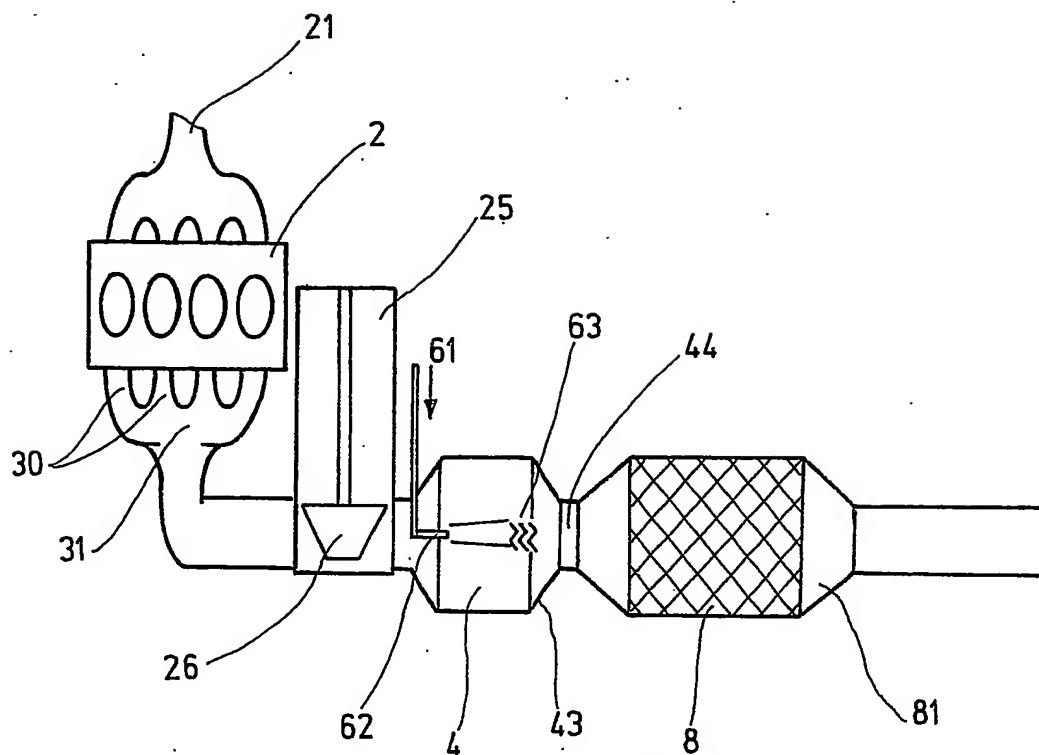


Fig.2

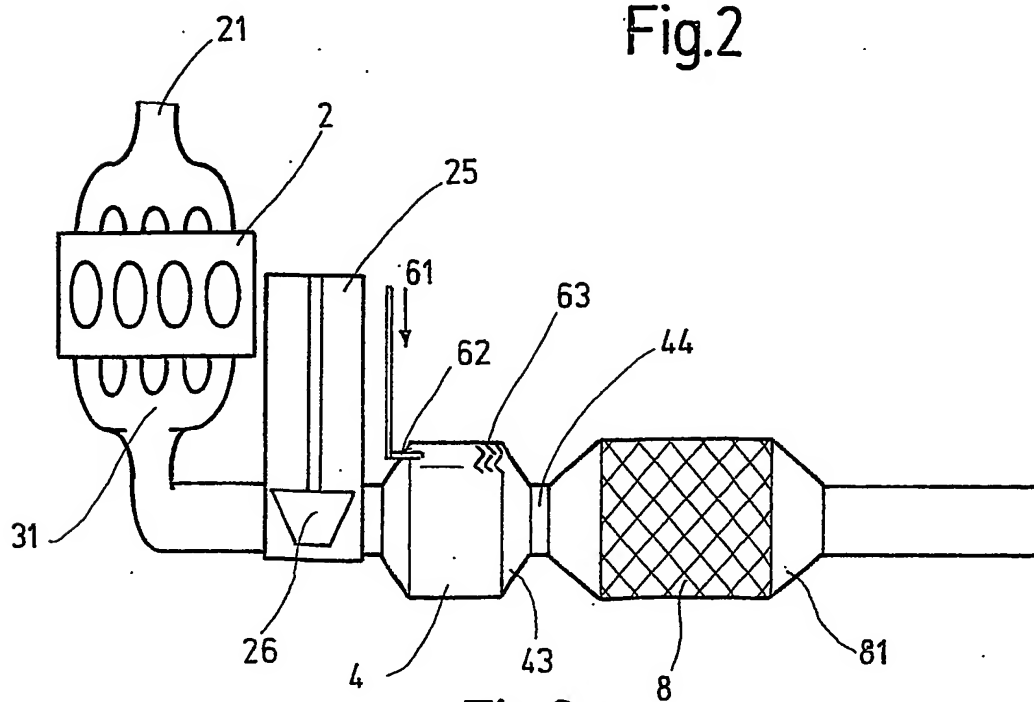


Fig.3

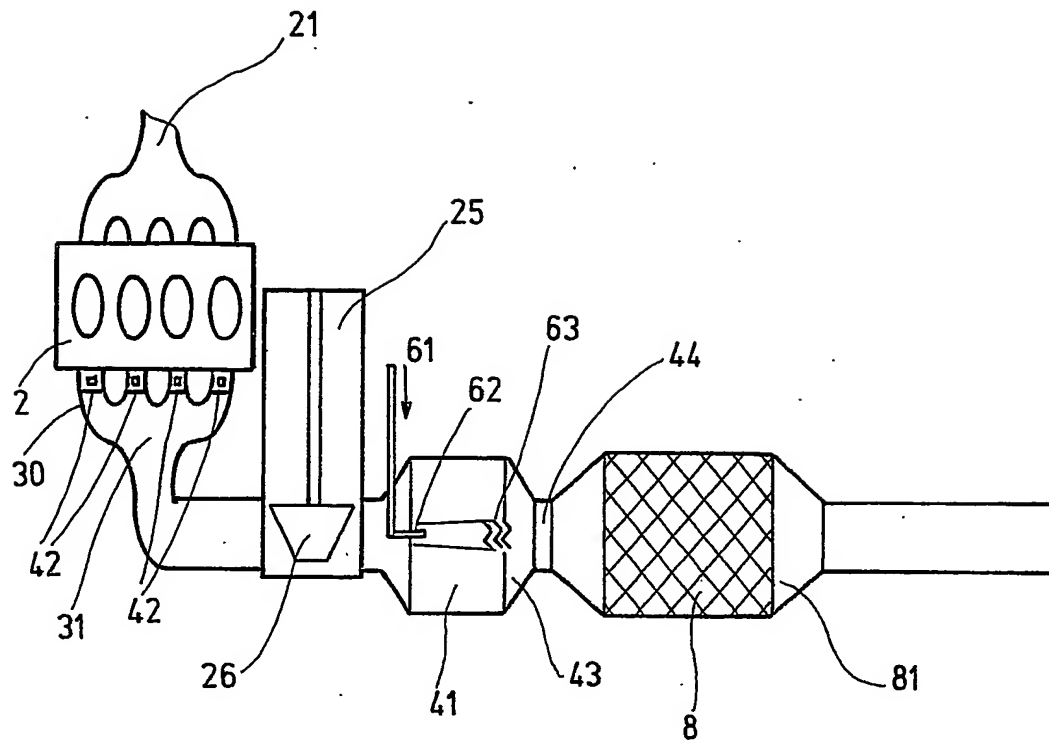


Fig. 4

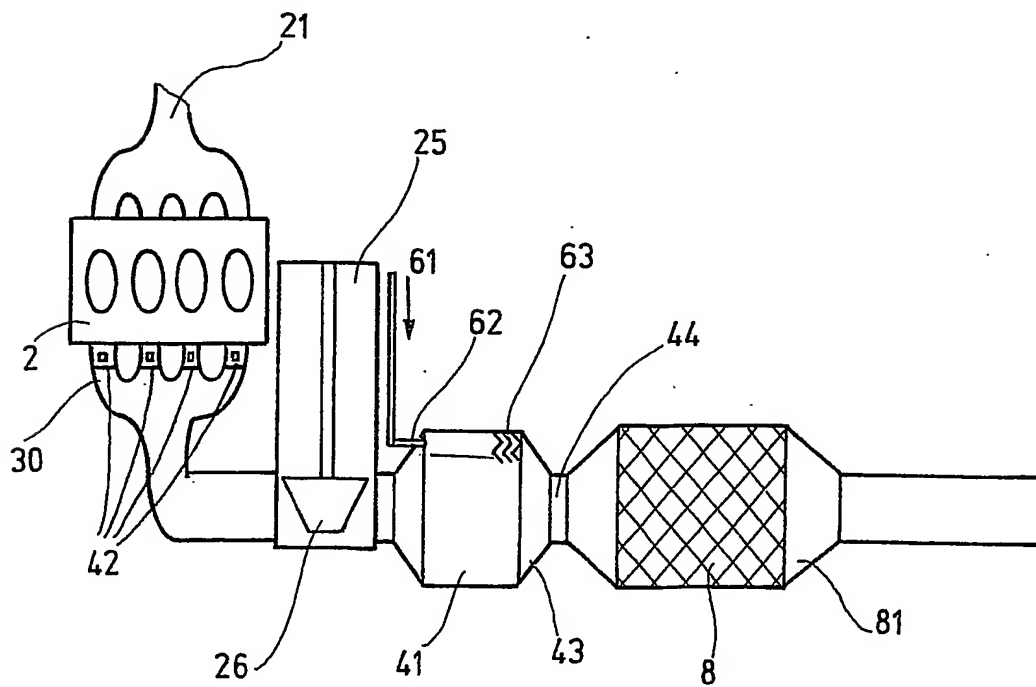


Fig. 5

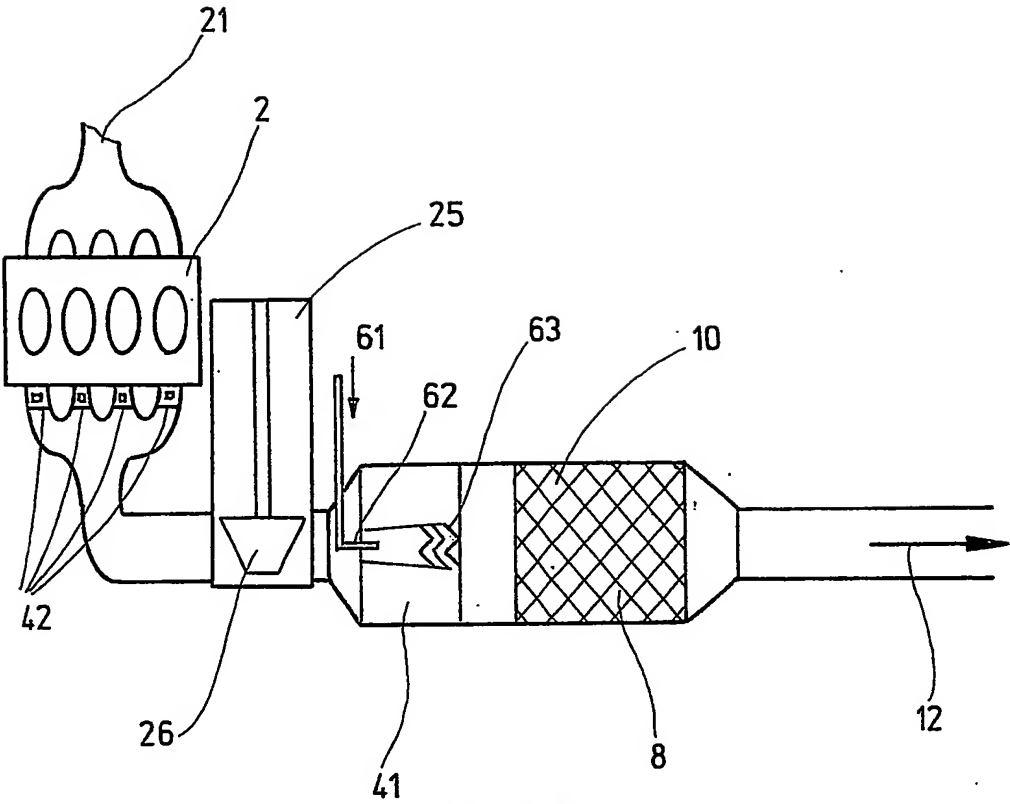


Fig.6